

固有振動数を用いた道路橋 RC 床版の疲労による剛性評価方法の検討

(株)福山コンサルタント 正会員 土田 智 (株)福山コンサルタント 正会員 中野 聡
 (株)福山コンサルタント 正会員 宮村 正樹 法政大学 正会員 藤山 知加子
 金沢工業大学 正会員 田中 泰司

1. はじめに

本研究は、実橋の道路橋 RC 床版の解析モデルを作成し、疲労解析により得られた疲労損傷時の床版の剛性評価をインパクト応答による応答値の周波数分析より検討を行ったものである。疲労解析は、竣工から現況までの大型車交通量のデータを用い、疲労解析時の床版の剛性低下状態からインパクト応答による応答加速度の周波数分析結果より、疲労損傷時の床版の固有振動数を特定し、固有振動数による床版の剛性評価を行った。

2. 対象橋梁

本検討では、図-1 に示す供用 49 年の高速道路（鋼 I 桁単純合成桁 橋長 25.5m，上下線一体で全幅員 16.5m）を対象とした。本橋は、昭和 42 年に竣工され、昭和 52 年に増設桁による補強が行われている。また荷重車の走行試験が行われており、床版の応答加速度の周波数分析結果より、スペクトルのピークには 4.2Hz，12.1Hz，19.4Hz，29.5Hz，40.4Hz で卓越周波数が確認できる（図-2，3）。

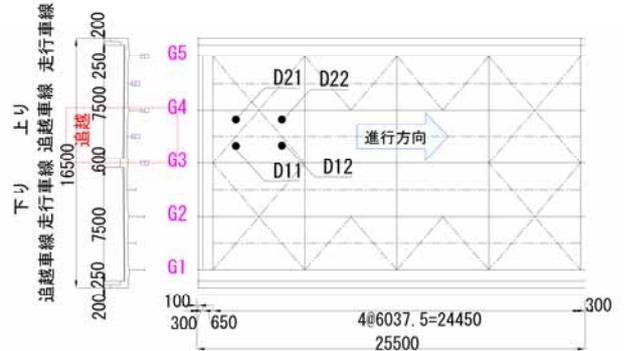


図-1 構造一般図

3. 解析モデル

解析は、3次元非線形有限要素解析ソフト COM3D を用いて、ソリッド要素によりモデル化を行った（図-4）。床版のコンクリート圧縮基準強度、弾性係数は設計時と同様 $f'_{ck} = 35.0\text{N/mm}^2$ ， $E = 2.95 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ とした。

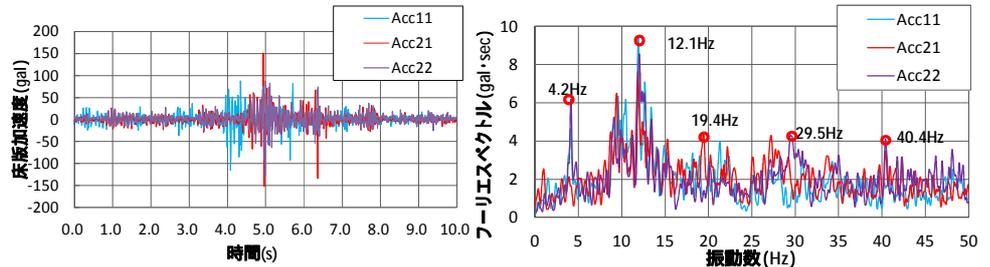


図-2 応答加速度波形(実測値) 図-3 応答加速度周波数分析結果(実測値)

4. 床版の疲労解析

本検討の解析ケースを表-1 に示す。荷重車は 25t のトレーラーとし、載荷回数については、交通センサおよび点検データより、縦桁補強前までを 3 千万回、補強後から現況（平成 28 年度）までを 1 億回とした。解析ケースは、竣工直後を case1，竣工から縦桁補強直前を case2，縦桁補強直後を case3，縦桁補強から現況までを case4 とした。

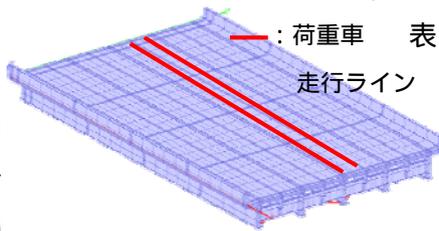


図-4 解析モデル

表-1 各解析ケース時の床版のたわみ（解析値）

	大型車累積 載荷回数	最大たわみ (mm)		供用年
		D12	D22	
case1 竣工直後	0	0.160	0.060	昭和42年
case2 竣工 ～縦桁補強直前	30,000,000	0.249	0.085	昭和52年
case3 縦桁補強直後	30,000,000	0.181	0.082	昭和52年
case4 現況	130,000,000	0.182	0.087	平成28年

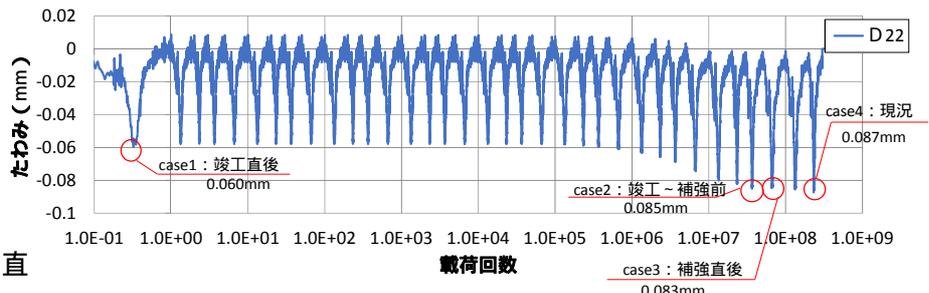


図-5 床版のたわみ波形（解析値 D22）

キーワード 固有振動数，RC 床版，応答加速度，インパクト応答，床版剛性

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 2 - 3 - 2 1 住友不動産飯田橋ビル TEL 03-5805-8864

床版のたわみ波形を図-5に示す。たわみ波形は、本稿ではD22の位置を示す。たわみ波形より、竣工直後(case1)から補強前(case2)までは0.025mmたわみ量が増加している。また補強後(case3)から現況(case4)までは、たわみ波形の増加傾向は確認できないことから、補強後からの疲労による影響は小さいと考えられる。

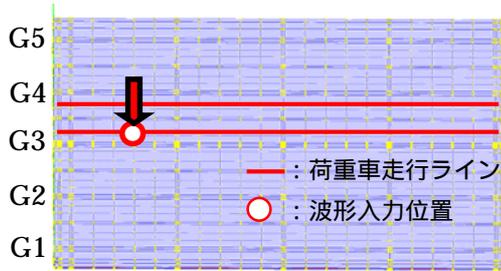


図-6 インパクト応答の荷重位置

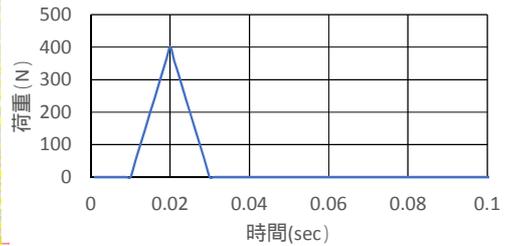


図-7 インパクト入力波形

5. インパクト応答による床版の剛性評価

本検討では、case1～case4の床版の疲労損傷状態における剛性評価をインパクト応答による床版の応答加速度の周波数分析結果より、検討を行った。インパクト応答の荷重位置を図-6、荷重波形を図-7に示す。荷重位置は、疲労解析時の荷重車の走行位置とし、応答波形は t=0.001secとし、約1秒間の自由振動を分析対象とした。

各ケースの応答加速度の周波数分析の結果を表-2, 3に示す。表より、固有振動数は竣工直後(case1)で30.3Hz, 18.6Hzの2つのスペクトルのピークが確認でき、縦桁補強前(case2)では、10%振動数が低下している。また補強直後(case3)では、case2から5%振動数が回復し、縦桁補強の効果が確認でき、case3からcase4(現況)では、振動数の低減は無く、床版のたわみと同様の傾向を示している。

5. 結論

本研究では、実橋の解析モデルから疲労荷重試験を行い、床版のたわみおよび固有振動数より、床版の剛性評価を行った。

検討結果より、インパクト応答による周波数分析より、床版の固有振動数の低下を確認できた。本検討では、床版の疲労のみを考慮しているが、水の影響を考慮した浸透流解析と疲労解析を組み合わせた解析を現在実施しており、それら解析結果から現況の実橋の床版の剛性評価を行う予定である。

謝辞：本研究は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人：JST, 研究責任者：前川宏一)の支援を受けて実施した。

表-2 竣工直後からの固有振動数の変化(解析値)

case1 竣工直後	case2 縦桁補強前		case3 縦桁補強後		case4 現況		実測値
振動数 (Hz)	振動数 (Hz)	減少率 (%) ¹	振動数 (Hz)	減少率 (%) ¹	振動数 (Hz)	減少率 (%) ¹	振動数 (Hz)
4.9	4.9	0	4.9	0	4.9	0	4.2
12.7	11.7	7.9	11.7	7.9	11.7	7.9	12.1
18.6	16.6	10.8	17.6	5.4	17.6	5.4	19.4
23.4	20.5	12.4	22.5	3.8	22.5	3.8	-
30.3	27.3	9.9	29.3	3.3	29.3	3.3	29.5
36.1	-	-	-	-	-	-	-
41.0	40.0	2.4	43.9	-7.1	43.9	-7.1	40.4

¹ 減少率はcase1(竣工直後)からの振動数の減少分とする。

表-3 各ケースの床版の固有振動数(解析値)

